



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Gebrauchsmusteranmeldung

**Aktenzeichen:** 202 11 065.6

**Anmeldetag:** 22. Juli 2002

**Anmelder/Inhaber:** Minebea Co., Ltd., Nagano/JP  
(vormals: Tokio/JP)

**Bezeichnung:** Hydrodynamisches Drucklager

**IPC:** F 16 C, F 16 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Gebrauchsmusteranmeldung.

München, den 23. Juni 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Wehner'.

Wehner

**PATENTANWALT**  
**DR.-ING. PETER RIEBLING**

Dipl.-Ing.

EUROPEAN PATENT & TRADEMARK ATTORNEY

Postfach 3160  
D-88113 Lindau (Bodensee)  
Telefon (08382) 78025  
Telefon (08382) 9692-0  
Telefax (08382) 78027  
Telefax (08382) 9692-30  
E-mail: info@patent-riebling.de

15980.8-P742-54

19.07.2002

Anmelder: Minebea Co., Ltd.,  
18F Arco Tower, 1-8-1 Shimo-Meguro, Meguro-Ku  
Tokyo 153 0064, Japan

### **Hydrodynamisches Drucklager**

Die Erfindung betrifft ein hydrodynamisches Drucklager, insbesondere als Teil eines hydrodynamischen Lagersystems zur Drehlagerung von Spindelmotoren für den Antrieb von Festplattenlaufwerken.

Ein hydrodynamisches Lagersystem umfasst im wesentlichen eine Lagerhülse, eine in einer Öffnung der Lagerhülse angeordnete Welle und mindestens einen zwischen der Lagerhülse und der Welle vorgesehenen Radiallagerbereich mit dessen Hilfe die Welle und die Lagerhülse relativ zueinander drehbar gelagert sind, wobei der zwischen der Welle und der Lagerhülse gebildete Lagerspalt mit einem flüssigen Schmiermittel, vorzugsweise mit Lageröl, gefüllt ist.

Zur Aufnahme der axialen Kräfte ist ferner ein hydrodynamisches Drucklager vorgesehen, das im wesentlichen durch eine vorzugsweise an einem Ende der Welle angeordnete Druckscheibe und eine zugeordnete Abdeckplatte gebildet wird. Die Abdeckplatte bildet das Gegenlager zur Druckscheibe und verschließt das gesamte

Lagersystem nach unten, so dass kein Schmiermittel aus dem Lagersystem austreten kann.

Die Verbindung zwischen der Druckscheibe und der Welle ist in vielen Fällen durch eine Pressverbindung realisiert. Aufgrund der immer kleiner werdenden Motoren und Festplattenlaufwerke, reduziert sich dadurch auch die verfügbare Bauhöhe für das Lagersystem. Diesem Umstand versucht man unter anderem durch eine Verringerung der Dicke der Druckscheibe gerecht zu werden. Zur Realisierung einer optimalen Pressverbindung sollte das sogenannte Führungsverhältnis, also der Quotient aus Presslänge  $t$  und Bohrungsdurchmesser  $d$  größer oder gleich 1 sein. Je dünner die Druckscheibe wird, umso schwieriger ist es, die geforderte Rechtwinkligkeit zu erreichen, umso größer muss aber auch das Übermaß der Welle in Bezug auf die Bohrung gewählt werden, um die vorgeschriebene Auspresskraft zu gewährleisten. Dadurch wächst die Gefahr, dass die Druckscheibe beim Montieren auf der Welle durch lokale Kaltverschweißung auf der Welle festfrisst, wodurch die geforderte Rechtwinkligkeit zwischen Welle und Druckscheibe nicht mehr gegeben ist.

Um diese Probleme bei der Verwendung von sehr dünnen Druckscheiben zu umgehen ist es bekannt, die Druckscheibe durch Schweißen mit der Welle zu verbinden. Diese Art der Verbindung ist in der JP 2000-324753 offenbart. Dabei besteht jedoch der Nachteil und das Risiko der Kontamination des Lagersystems durch Rückstände des Schweißprozesses, wodurch das Lagersystem beschädigt werden kann. Durch die Hitzeentwicklung beim Schweißprozess besteht ferner die Gefahr, dass sich die Druckscheibe deformiert, wodurch sie unbrauchbar wird.

Eine in der US 5 357 163 offenbarte, andere Möglichkeit besteht darin, die Druckscheibe mit der Stirnfläche der Welle zu verschrauben. Dies bedeutet jedoch einerseits die Bereitstellung einer planen und zur Achse der Welle rechtwinkligen Stirnfläche und andererseits einen zusätzlichen und fehleranfälligen Montageaufwand.

Eine andere Lösung besteht darin, die Druckscheibe und die Welle aus einem Teil zu formen. Es ist jedoch sehr aufwändig und teuer ein derartiges integrales Bauteil mit den geforderten Toleranzen herzustellen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, ein hydrodynamisches Drucklager anzugeben, bei dem auch bei der Verwendung von sehr dünnen Druckscheiben mit einem kleinen Führungsverhältnis von  $t/d < 1$  eine stabile und hochgenaue Pressverbindung mit der Welle möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Schutzanspruchs 1 gelöst. Ein entsprechendes Verfahren zur Montage der Druckscheibe ist ebenfalls angegeben.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Druckscheibe auf der Welle angeordnet ist, wobei die Welle im Bereich der vorgesehenen Position der Druckscheibe eine axiale Bohrung aufweist, in die ein die Druckscheibe fixierendes Element eingepresst ist, dessen Außendurchmesser größer ist als der Innendurchmesser der Bohrung.

Durch das Einpressen des fixierenden Elements wird die Welle im Bereich der Druckscheibe aufgeweitet, wobei eine radiale Pressung entsteht, welche die Druckscheibe auf der Welle festhält. Die mit der Erfindung erreichbare Auspresskraft zwischen Welle und Druckscheibe ist mindestens genauso groß oder größer als die erreichbare Auspresskraft bei einer herkömmlichen Pressverbindung.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung gegenüber dem bekannten Stand der Technik besteht darin, dass auch bei der Verwendung einer sehr dünnen Druckscheibe eine große Auspresskraft und eine gute Rechtwinkligkeit der Druckscheibe in Bezug auf die Welle erzielt werden kann.

Zur Montage der Druckscheibe sind entsprechend der vorgesehenen Passung zwischen Druckscheibe und Welle keine oder nur geringe Kräfte notwendig. Dadurch kommt es beim Aufbringen der Druckscheibe nicht zu Verformungen oder einem Festfressen der Druckscheibe auf der Welle.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass bei der erfindungsgemäßen Montage und Fixierung der Druckscheibe auf der Welle keine Kontamination der Laufflächen des Lagersystems durch Späne oder dergleichen zu befürchten ist.

Allerdings erfordert die Montage der Druckscheibe auf der Welle den Einsatz einer hochgenauen Montagevorrichtung, welche die Rechtwinkligkeit zwischen der Druckscheibe und der Welle sicherstellt.

Das fixierende Element hat vorzugsweise eine im wesentlichen zylindrische Form, kann aber auch tonnenförmig oder kegelstumpfförmig ausgebildet sein. Geeignete Materialien sind vor allem Stahl, Keramik oder Messing.

Es kann ferner vorteilhaft sein, wenn die Welle eine Stufe zur rechtwinkligen Anlage der Druckscheibe aufweist.

Nachfolgend werden mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungsfiguren näher erläutert.

Es zeigen:

- Figur 1: einen Spindelmotor zum Antrieb eines Festplattenlaufwerks mit einer ersten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Drucklagers;
- Figur 2: eine vergrößerte Darstellung des Drucklagers nach Figur 1;
- Figur 3: eine vergrößerte Darstellung einer zweiten Ausgestaltung des Drucklagers;
- Figur 4: eine vergrößerte Darstellung einer dritten Ausgestaltung des Drucklagers;


Figur 5: eine vergrößerte Darstellung einer vierten Ausgestaltung des Drucklagers.

Das Ausführungsbeispiel nach Figur 1 zeigt einen Spindelmotor zum Antrieb eines Festplattenlaufwerks mit einem erfindungsgemäßem hydrodynamischen Lagersystem. In den gezeigten Beispielen ist eine den Rotor tragende Welle drehbar in einer feststehenden Lagerhülse gelagert. Selbstverständlich umfasst die Erfindung auch Konstruktionen, bei denen eine feststehende Welle von einer den Rotor tragenden, drehbaren Lagerhülse umgeben ist.

Der Spindelmotor umfasst eine feststehende Basisplatte 1, an der eine Statoranordnung 2, bestehend aus einem Statorkern und Wicklungen, angeordnet ist. Eine Lagerhülse 3 ist in einer Ausnehmung der Basisplatte 1 fest aufgenommen und weist eine axiale zylindrische Bohrung auf, in welcher eine Welle 4 drehbar aufgenommen ist. Das freie Ende der Welle 4 trägt eine Rotorglocke 5, auf der eine oder mehrere Speicherplatten (nicht dargestellt) des Festplattenlaufwerks angeordnet und befestigt sind. An dem inneren, unteren Rand der Rotorglocke 5 ist ein ringförmiger Permanentmagnet 6 mit einer Mehrzahl von Polpaaren angeordnet, die von der über einen Arbeitsluftspalt beabstandeten Statoranordnung 2 mit einem elektrischen Wechselfeld beaufschlagt werden, so dass der Rotor 5 zusammen mit der Welle 4 in Drehung versetzt wird. Die Stromversorgung der Statorwicklungen erfolgt beispielsweise über elektrische Kontakte 7.


Zwischen dem Innendurchmesser der Lagerhülse 3 und dem Außendurchmesser der Welle 4 verbleibt ein Lagerspalt 8, der mit einem Schmiermittel gefüllt ist. Die hydrodynamische Lageranordnung wird durch zwei, hier nicht im Detail dargestellte Radiallagerbereiche gebildet, die durch ein Rillenmuster gekennzeichnet sind, das auf der Oberfläche der Welle 4 und/oder auf der Innenfläche der Lagerhülse 3 vorgesehen ist. Sobald der Rotor 5, und somit auch die Welle 4, in Rotation versetzt werden, baut sich aufgrund des Rillenmusters ein hydrodynamischer Druck im Lagerspalt 8 bzw. im darin befindlichen Schmiermittel auf, so dass das Lager tragfähig wird.

Ein durch eine mit der Welle 4 verbundene Druckscheibe 9 und eine Abdeckplatte 10 gebildetes hydrodynamisches Drucklager am unteren Ende der Welle 4 nimmt die axialen Kräfte der Lageranordnung auf. Die Abdeckplatte 10 bildet ein Gegenlager zur Druckscheibe 9 und verschließt die gesamte Lageranordnung nach unten, so dass kein Schmiermittel aus dem Lagerspalt 8 austreten kann. Sowohl die Druckscheibe 9 als auch die Abdeckplatte sind in entsprechenden Ausnehmungen der Lagerhülse 3 aufgenommen.



Anhand einer ersten Ausgestaltung der Erfindung gemäß den Figuren 1 und 2 wird der Aufbau des Drucklagers und insbesondere die Befestigung der Druckscheibe auf der Welle näher erläutert.

Erfindungsgemäß ist die Druckscheibe 9 im Gleitsitz, einer Übergangspassung oder mittels Presspassung auf der Welle angeordnet, d.h. der Innendurchmesser der zentralen Bohrung der Druckscheibe 9 ist geringfügig größer, gleich oder kleiner als der Außendurchmesser der Welle.



Die Welle 4 weist im Bereich der vorgesehenen Position der Druckscheibe 9 eine axiale Bohrung 11 auf, deren Durchmesser vorzugsweise mindestens der halben Dicke der Druckscheibe entspricht. Zur Fixierung der Druckscheibe 9 auf der Welle 4 ist in die Bohrung 11 der Welle ein fixierendes Element 12 in Form eines Stopfens eingepresst. Der Außendurchmesser des Stopfens 12 ist größer als der Innendurchmesser der Bohrung, so dass sich die Welle in diesem Bereich ausweitet und eine radiale Pressung erzeugt, welche die Druckscheibe auf der Welle festklemmt. Je größer die Bohrung 11 im Verhältnis zum Durchmesser der Welle 4 und je größer das Übermaß des Stopfens 12 im Vergleich zum Durchmesser der Bohrung ist, desto größer ist die erzielbare Aufweitung der Welle 4 durch das Einpressen des Stopfens 12 und umso größer ist die erreichbare Auspresskraft.

Der Stopfen 12 kann an seinem vorderen Ende eine Verjüngung 13 bzw. eine Anfasung aufweisen, um das Einführen in die Bohrung 11 zu erleichtern.

Vor dem Einpressen des Stopfens 12 wird die Druckscheibe 9 in Bezug auf die Rotationsachse 20 der Welle 4 in einem rechten Winkel ausgerichtet. Hierfür wird eine hochgenaue Montagevorrichtung verwendet.

Am Innendurchmesser der Druckscheibe 9 kann eine ringförmige Aussparung 14 vorgesehen sein, welche gegebenenfalls die Materialausdehnung der Welle 4 aufnimmt und für eine gleichmäßigere Verpressung sorgt.

Figur 3 zeigt eine Ausgestaltung der Erfindung, bei der am Ende der Welle eine Stufe 15 vorgesehen ist. Die Druckscheibe 9 ist im Bereich des verringerten Durchmessers der Welle 4 angeordnet und liegt an der Stufe 15 an. Durch eine hochgenaue Bearbeitung der Stufe kann erreicht werden, dass die Druckscheibe 9 genau rechtwinklig zur Rotationsachse 20 der Welle 4 ausgerichtet ist.

In den Figuren 4 und 5 sind mögliche andere Formgebungen des Stopfens dargestellt. Ein weiterer Unterschied zu den Figuren 2 und 3 ist, dass die Druckscheibe 9 keine innere Aussparung besitzt.

Der Stopfen 16 gemäß Figur 4 ist tonnenförmig oder ballig ausgebildet. Um das Einpressen des Stopfens 16 zu erleichtern, kann die Bohrung 11 der Welle 4 eine Senkung 17 aufweisen.

Figur 5 zeigt einen Stopfen 18 in Form von zwei aneinanderliegenden Kegelstümpfen, der in eine Bohrung 11 mit Ansenkung 17 einpressbar ist.

Für die Montage der Druckscheibe 9 auf der Welle 4 wird zunächst die axiale Bohrung 11 in der Welle im Bereich der vorgesehenen Position für die Druckscheibe 9 eingebracht. Im nächsten Schritt wird die Druckscheibe 9 auf die Welle 4 aufgeschoben oder eingepresst und in der gewünschten Position genau rechtwinklig zu Rotationsachse 20 der Welle 4 ausgerichtet. Schließlich wird das die Druckscheibe 9 fixierende Element 12; 16; 18 in die Bohrung 11 der Welle 4



eingepresst, wodurch sich in diesem Bereich der Durchmesser der Welle 4 vergrößert und die Druckscheibe 9 fixiert.

**Bezugszeichenliste**

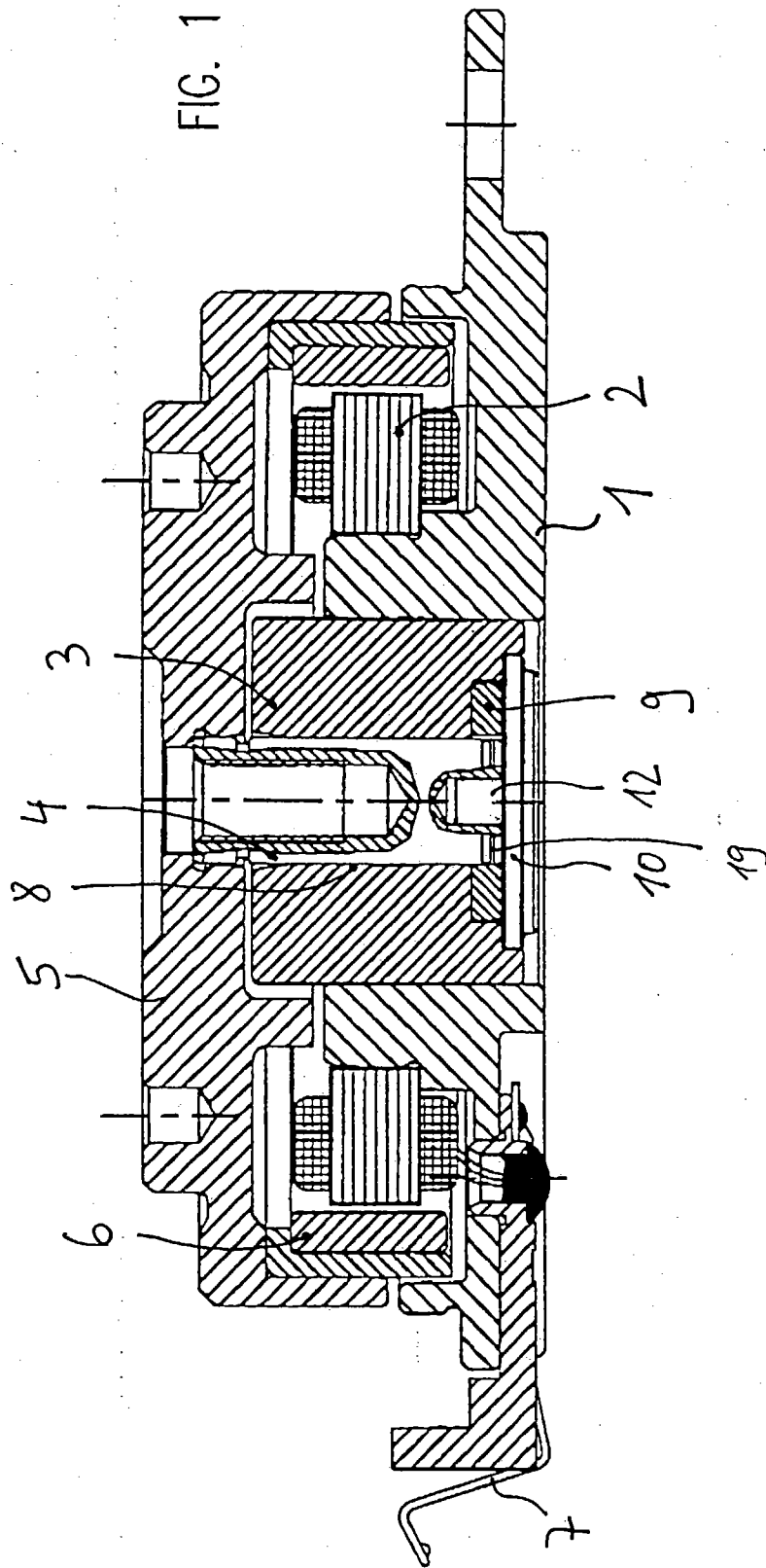
- |    |                       |
|----|-----------------------|
| 1  | Basisplatte           |
| 2  | Statoranordnung       |
| 3  | Lagerhülse            |
| 4  | Welle                 |
| 5  | Rotorglocke           |
| 6  | Permanentmagnet       |
| 7  | Kontakt               |
| 8  | Lagerspalt            |
| 9  | Druckscheibe          |
| 10 | Abdeckplatte          |
| 11 | Bohrung (axial)       |
| 12 | Stopfen               |
| 13 | Verjüngung (Anfasung) |
| 14 | Aussparung            |
| 15 | Stufe                 |
| 16 | Stopfen               |
| 17 | Senkung               |
| 18 | Stopfen               |
| 19 |                       |
| 20 | Rotationsachse        |

## Schutzansprüche

1. Hydrodynamisches Drucklager, insbesondere als Teil eines Lagersystems zur Drehlagerung von Spindelmotoren für den Antrieb von Festplattenlaufwerken, welches mindestens eine ringförmige Druckscheibe (9) und ein der Druckscheibe zugeordnetes Gegenlager (10) umfasst, wobei die Druckscheibe mit einer mittels eines Radiallagersystems drehbar gelagerten Welle (4) fest verbunden ist,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Druckscheibe (9) auf der Welle (4) angeordnet ist, wobei die Welle im Bereich der vorgesehenen Position der Druckscheibe eine axiale Bohrung (11) aufweist, in die ein die Druckscheibe (9) fixierendes Element (12; 16; 18) eingepresst ist, dessen Außendurchmesser größer ist als der Innendurchmesser der Bohrung.
2. Hydrodynamisches Drucklager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Element (12) als im wesentlichen zylindrischer Stopfen ausgebildet ist.
3. Hydrodynamisches Drucklager nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Umfangsfläche des Elements (16) ballig ausgebildet ist.
4. Hydrodynamisches Drucklager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Element (18) im wesentlichen kegelstumpfförmig ausgebildet ist.
5. Hydrodynamisches Drucklager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Element (12; 16; 18) an mindestens einem Ende eine Anfasung aufweist.

6. Hydrodynamisches Drucklager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (4) eine ihren Durchmesser verringernde Stufe (15) aufweist, wobei die Druckscheibe (9) im Bereich des verringerten Durchmessers der Welle angeordnet ist und an der Stufe (15) anliegt.
7. Hydrodynamisches Drucklager nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckscheibe (9) an ihrem Innendurchmesser eine ringförmige Aussparung (14) aufweist.
8. Verfahren zur Montage einer Druckscheibe auf einer Welle zur Bildung eines hydrodynamischen Drucklagers, insbesondere als Teil eines Lagersystems zur Drehlagerung von Spindelmotoren für den Antrieb von Festplattenlaufwerken, gekennzeichnet durch die Schritte:
  - Einbringen einer axialen Bohrung (11) in der Welle (4) im Bereich der vorgesehenen Position für die Druckscheibe (9),
  - Aufbringen der Druckscheibe (9) auf die Welle (4), und
  - Einpressen eines die Druckscheibe fixierenden Elements (12; 16; 18) in die Bohrung (11), dessen Außendurchmesser größer ist als der Innendurchmesser der Bohrung.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckscheibe (9) im Gleitsitz, einer Übergangspassung oder einer Presspassung auf der Welle (4) aufgebracht wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckscheibe (9) vor dem Einpressen des fixierenden Elements (12; 16; 18) in Bezug auf die Rotationsachse (20) der Welle (4) in einem rechten Winkel ausgerichtet wird.

FIG. 1



eingereicht am 22. Juli 2002

215

eingereicht am 22. Juli 2002

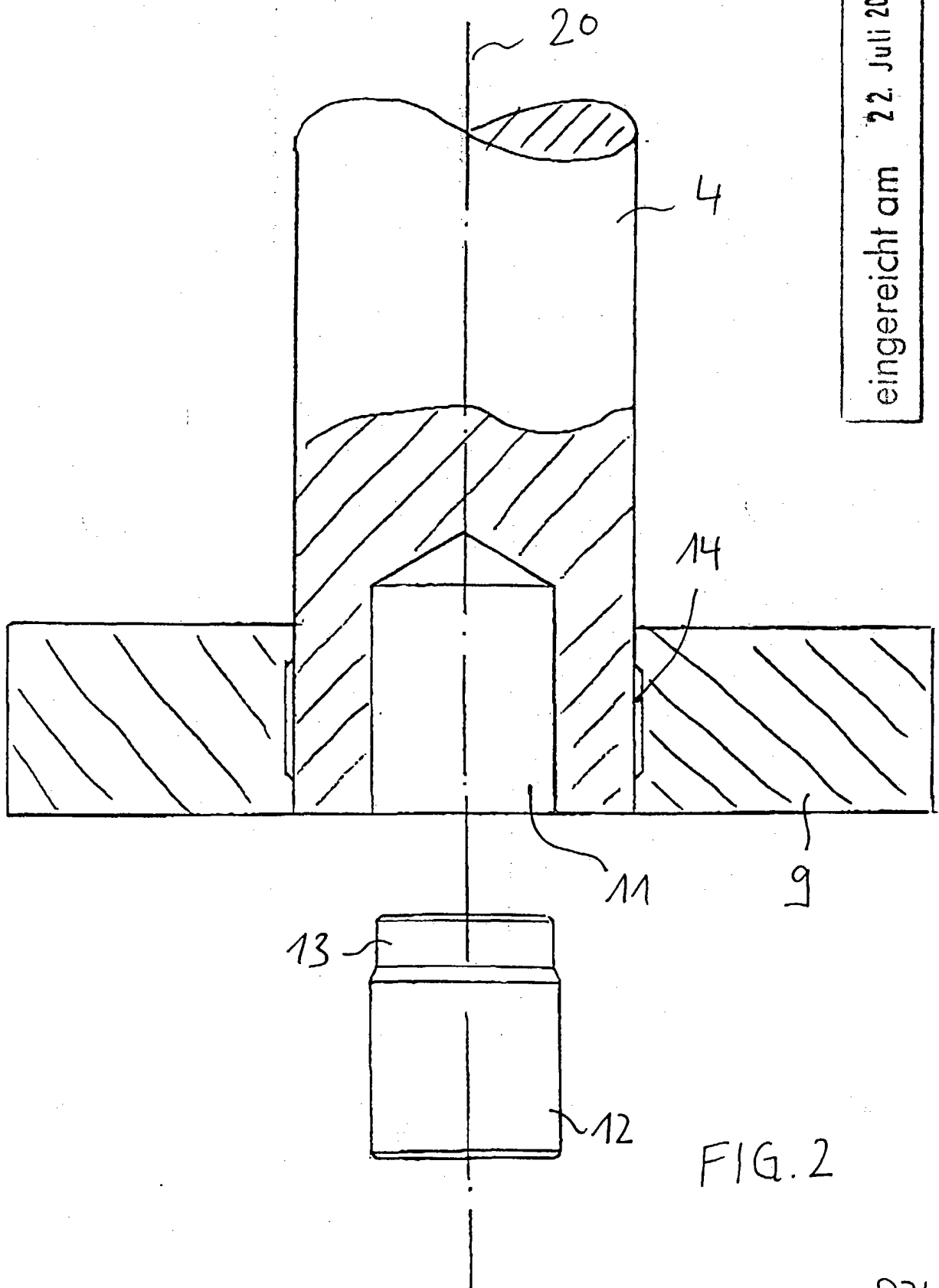


FIG. 2

eingereicht am 22. Juli 2002

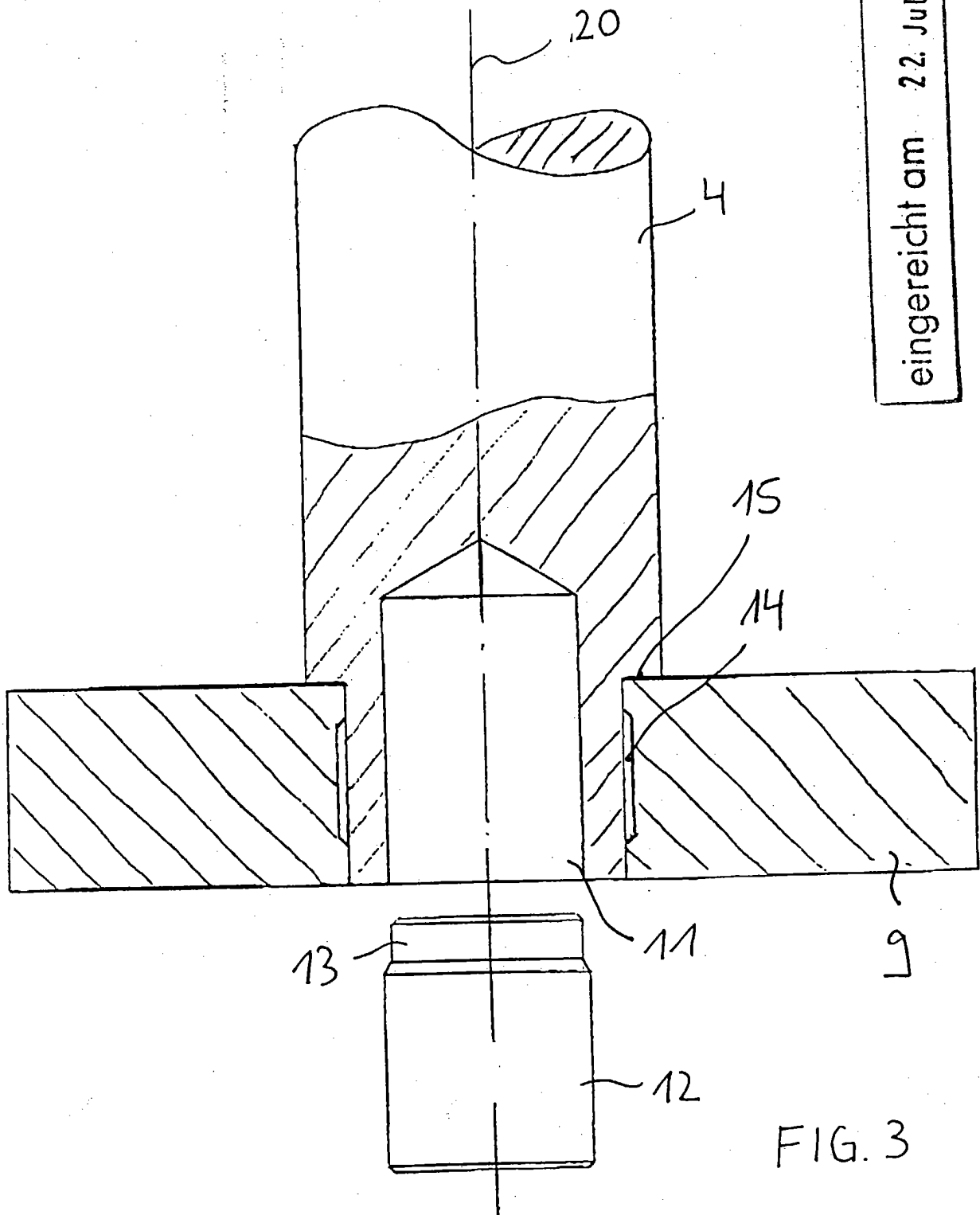


FIG. 3

415

eingereicht am 22. Juli 2002

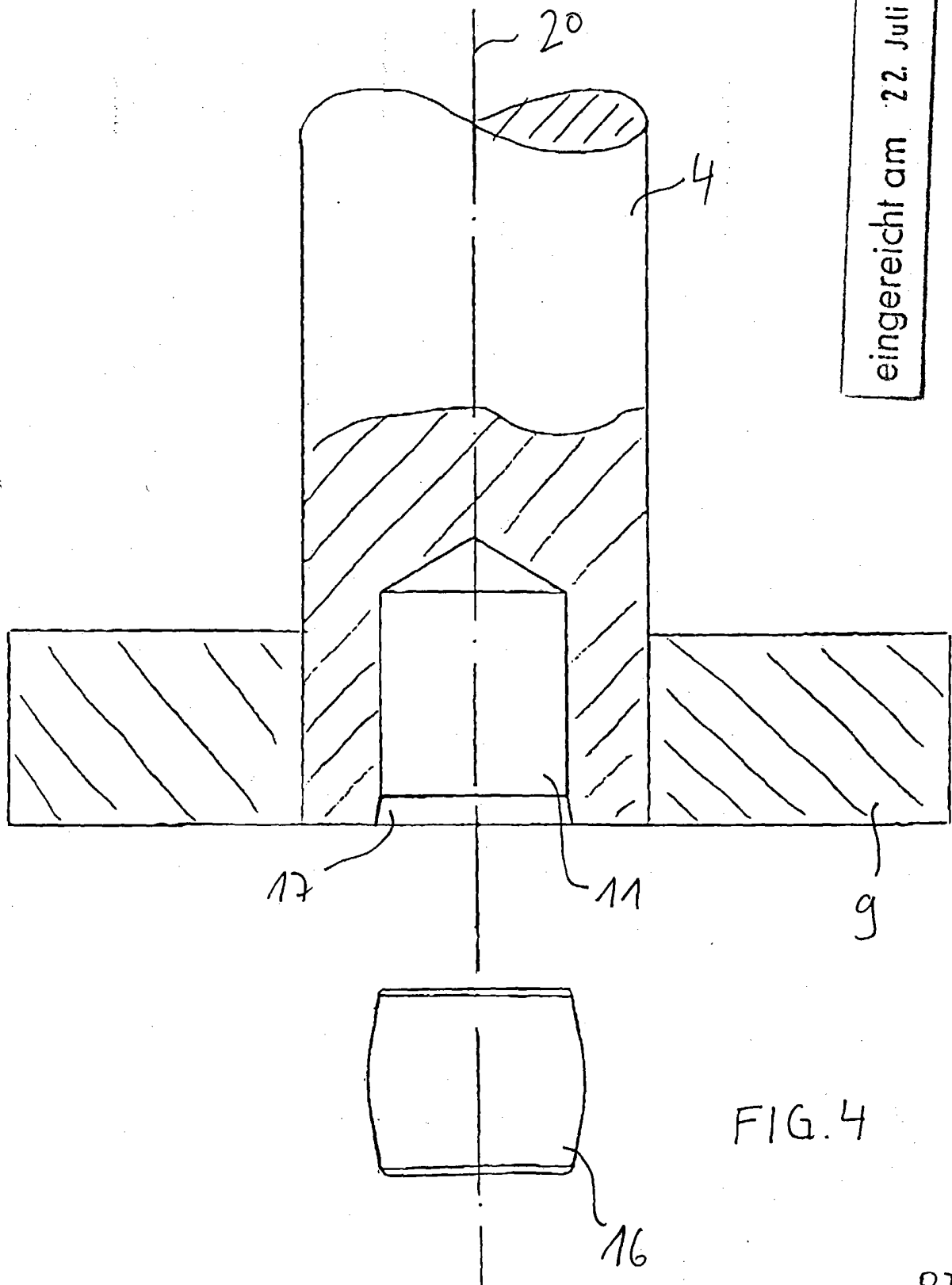


FIG. 4



515 -

eingereicht am 22. Juli 2002

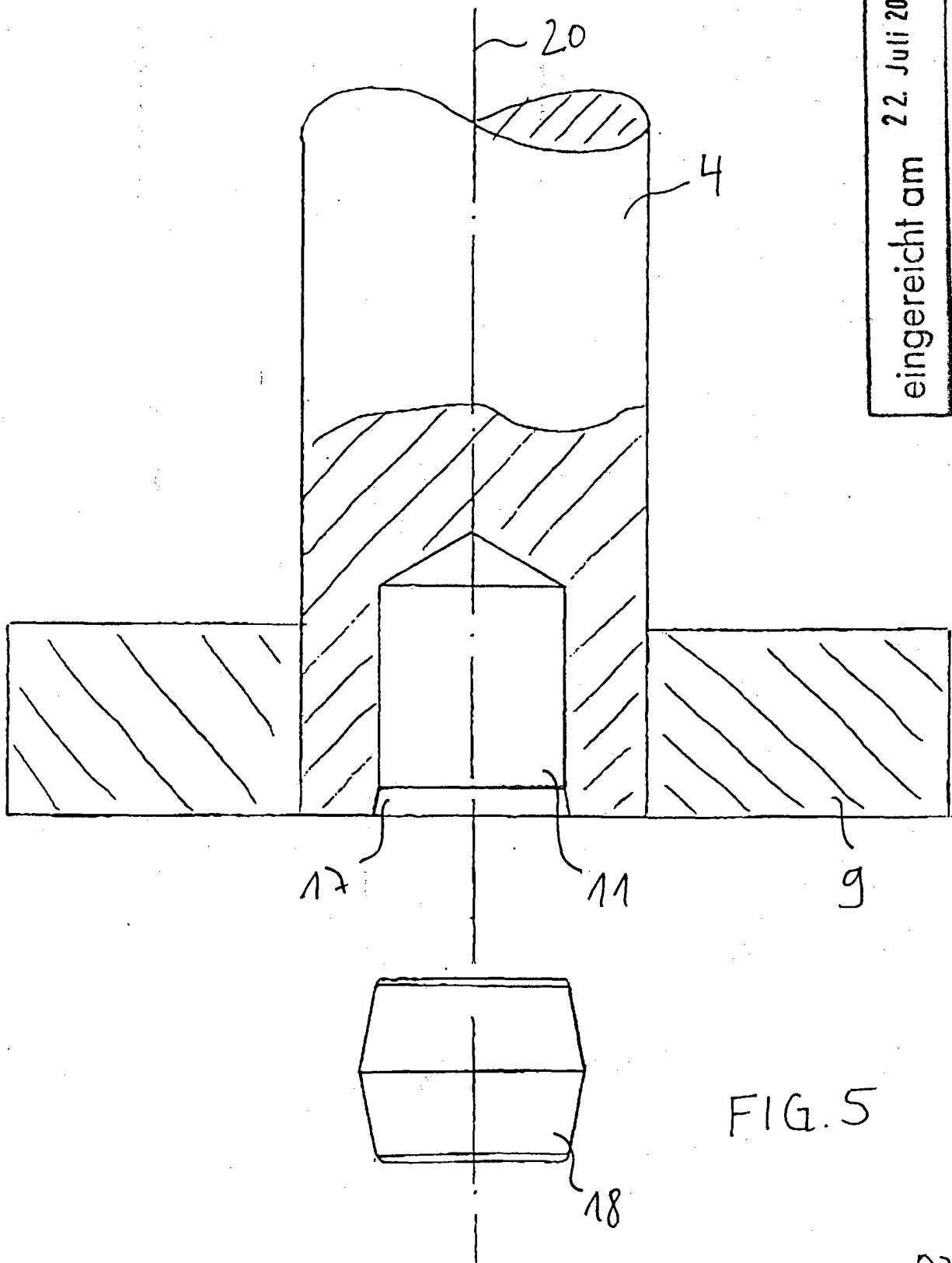


FIG. 5